

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-212949

(43)Date of publication of application : 04.08.1992

(51)Int.Cl. G03B 42/02
A61B 6/00
G06F 15/62

(21)Application number : 03-048362

(71)Applicant : FUJI PHOTO FILM CO LTD

(22)Date of filing : 13.03.1991

(72)Inventor : TAKEO HIDEYA

(30)Priority

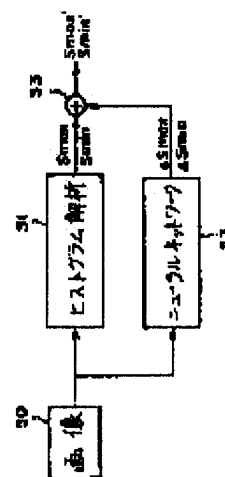
Priority number : 02277996 Priority date : 17.10.1990 Priority country : JP

(54) METHOD OF DETERMINING RADIATION PICTURE READ CONDITIONS AND/OR PICTURE PROCESSING CONDITIONS AND APPARATUS THEREOF

(57)Abstract:

PURPOSE: To always reduce a region of interest in proper density and stably even when the position of a subject is deviated at the time of photography or the density of a specific region of interest tends to change among plural reproduced radiation pictures.

CONSTITUTION: In a radiation picture read conditions and/or picture processing condition determination apparatus, in a neutral network 52 wherein conditions temporary determination is made by a histogram analysis means 51 and a correction value for making necessary correction of the temporarily determined conditions is outputted with a picture signal 50 as the input, correction of the temporarily determined conditions is made and final determination of read conditions and/or picture processing conditions is made. Or otherwise, the conditions temporarily determined by a histogram analysis means and a picture signal may be inputted to a neutral network and final read conditions and/or picture processing conditions may be outputted.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

JP4212949

Title:

**METHOD OF DETERMINING RADIATION PICTURE READ CONDITIONS AND/
OR PICTURE PROCESSING CONDITIONS AND APPARATUS THEREOF**

Abstract:

PURPOSE:To always reduce a region of interest in proper density and stably even when the position of a subject is deviated at the time of photography or the density of a specific region of interest tends to change among plural reproduced radiation pictures.

CONSTITUTION:In a radiation picture read conditions and/or picture processing condition determination apparatus, in a neural network 52 wherein conditions temporary determination is made by a histogram analysis means 51 and a correction value for making necessary correction of the temporarily determined conditions is outputted with a picture signal 50 as the input, correction of the temporarily determined conditions is made and final determination of read conditions and/or picture processing conditions is made. Or otherwise, the conditions temporarily determined by a histogram analysis means and a picture signal may be inputted to a neural network and final read conditions and/or picture processing conditions may be outputted.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-212949

(43) 公開日 平成4年(1992)8月4日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 B 42/02		B 9119-2K		
A 6 1 B 6/00				
G 0 6 F 15/62	3 9 0 A	8526-5L 8119-4C	A 6 1 B 6/00	3 0 3 J

審査請求 未請求 請求項の数 8 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平3-48362

(22) 出願日 平成3年(1991)3月13日

(31) 優先権主張番号 特願平2-277996

(32) 優先日 平2(1990)10月17日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者 武尾英哉

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士写真フイルム株式会社内

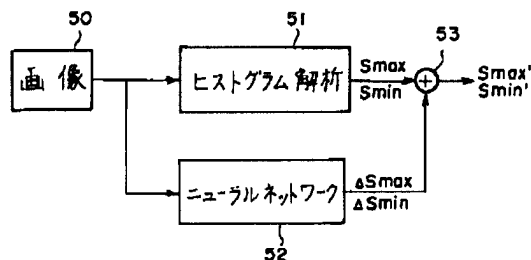
(74) 代理人 弁理士 柳田 征史 (外1名)

(54) 【発明の名称】 放射線画像読取条件及び／又は画像処理条件決定方法および装置

(57) 【要約】

【目的】 放射線画像読取条件及び／又は画像処理条件決定方法および装置において、撮影時の被写体の位置がずれ、複数の再生放射線画像間で特定の関心領域の濃度が、変化しやすい状況になっても、関心領域が常に適正な濃度で安定して再生されるようにする。

【構成】 放射線画像読取条件及び／又は画像処理条件決定装置において、ヒストグラム解析手段51により条件仮決定を行うとともに、画像信号50を入力とし前記仮決定条件に必要な補正を施すための補正値を出力とするニューラルネットワーク52により、前記仮決定条件の補正を行い、読取条件及び／又は画像処理条件の最終決定を行う。また、ヒストグラム解析手段により仮決定された条件と、画像信号とをニューラルネットワークに入力し、最終的な読取条件及び／又は画像処理条件を出力するようにしてもよい。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 放射線画像が記録された蓄積性蛍光体シートに励起光を照射し該蓄積性蛍光体シートから発せられた輝尽発光光を読み取って得られた前記放射線画像を表わす第一の画像信号に基づいて、前記蓄積性蛍光体シートに再度励起光を照射し該蓄積性蛍光体シートから発せられた輝尽発光光を読み取って前記放射線画像を表わす第二の画像信号を得る際の読取条件及び／又は得られた前記第二の画像信号に画像処理を施す際の画像処理条件を求める放射線画像読取条件及び／又は画像処理条件決定方法において、前記第一の画像信号を入力とし、該第一の画像信号のヒストグラムに基づいて前記読取条件及び／又は前記画像処理条件を出力とするヒストグラム解析手段により条件仮決定を行なうとともに、前記第一の画像信号を入力とし、前記ヒストグラム解析手段により仮決定された読取条件及び／又は前記画像処理条件に必要な補正を施すための補正値を出力とするニューラルネットワークにより前記仮決定された条件の補正を行なうこと、前記読取条件及び／又は画像処理条件の最終決定を行なうことを特徴とする放射線画像読取条件及び／又は画像処理条件決定方法。

【請求項2】 放射線画像が記録された蓄積性蛍光体シートに励起光を照射し該蓄積性蛍光体シートから発せられた輝尽発光光を読み取って得られた前記放射線画像を表わす第一の画像信号に基づいて、前記蓄積性蛍光体シートに再度励起光を照射し該蓄積性蛍光体シートから発せられた輝尽発光光を読み取って前記放射線画像を表わす第二の画像信号を得る際の読取条件及び／又は得られた前記第二の画像信号に画像処理を施す際の画像処理条件を求める放射線画像読取条件及び／又は画像処理条件決定装置において、前記第一の画像信号を入力とし、該第一の画像信号のヒストグラムに基づいて前記読取条件及び／又は前記画像処理条件の仮決定条件を出力とするヒストグラム解析手段と、前記第一の画像信号を入力とし、前記ヒストグラム解析手段により仮決定された読取条件及び／又は前記画像処理条件の仮決定条件に必要な補正を施すための補正値を出力とするニューラルネットワークと、前記ヒストグラム解析手段の出力である前記仮条件に、前記ニューラルネットワークの出力である前記補正値を加算して前記読取条件及び／又は前記画像処理条件を出力する加算手段とからなることを特徴とする放射線画像読取条件及び／又は画像処理条件決定装置。

【請求項3】 放射線画像を表わす画像信号に基づいて、該画像信号に画像処理を施す際の画像処理条件を求める放射線画像処理条件決定方法において、前記画像信号を入力とし、該画像信号のヒストグラムに基づいて前記画像処理条件を出力とするヒストグラム解析手段により条件仮決定を行なうとともに、前記画像信号を入力とし、前記ヒストグラム解析手段により仮決定された前記画像処理条件に必要な補正を施すための補正値を出力と

2

するニューラルネットワークにより前記仮決定された条件の補正を行なうこと、前記画像処理条件の最終決定を行なうことを特徴とする放射線画像処理条件決定方法。

【請求項4】 放射線画像を表わす画像信号に基づいて、該画像信号に画像処理を施す際の画像処理条件を求める放射線画像処理条件決定装置において、前記画像信号を入力とし、該画像信号のヒストグラムに基づいて前記画像処理条件の仮決定条件を出力とするヒストグラム解析手段と、前記画像信号を入力とし、前記ヒストグラム解析手段により仮決定された前記画像処理条件の仮決定条件に必要な補正を施すための補正値を出力とするニューラルネットワークと、前記ヒストグラム解析手段の出力である前記仮条件に、前記ニューラルネットワークの出力である前記補正値を加算して前記画像処理条件を出力する加算手段とからなることを特徴とする放射線画像処理条件決定装置。

【請求項5】 放射線画像が記録された蓄積性蛍光体シートに励起光を照射し該蓄積性蛍光体シートから発せられた輝尽発光光を読み取って得られた前記放射線画像を表わす第一の画像信号に基づいて、前記蓄積性蛍光体シートに再度励起光を照射し該蓄積性蛍光体シートから発せられた輝尽発光光を読み取って前記放射線画像を表わす第二の画像信号を得る際の読取条件及び／又は得られた前記第二の画像信号に画像処理を施す際の画像処理条件を求める放射線画像読取条件及び／又は画像処理条件決定方法において、前記第一の画像信号を入力とし、該第一の画像信号のヒストグラムに基づいて前記読取条件及び／又は前記画像処理条件を出力とするヒストグラム解析手段により条件仮決定を行ない、前記第一の画像信号と前記仮決定された条件とを入力とし、前記読取条件及び／又は前記画像処理条件を出力とするニューラルネットワークにより前記読取条件及び／又は画像処理条件の最終決定を行なうことを特徴とする放射線画像読取条件及び／又は画像処理条件決定方法。

【請求項6】 放射線画像が記録された蓄積性蛍光体シートに励起光を照射し該蓄積性蛍光体シートから発せられた輝尽発光光を読み取って得られた前記放射線画像を表わす第一の画像信号に基づいて、前記蓄積性蛍光体シートに再度励起光を照射し該蓄積性蛍光体シートから発せられた輝尽発光光を読み取って前記放射線画像を表わす第二の画像信号を得る際の読取条件及び／又は得られた前記第二の画像信号に画像処理を施す際の画像処理条件を求める放射線画像読取条件及び／又は画像処理条件決定装置において、前記第一の画像信号を入力とし、該第一の画像信号のヒストグラムに基づいて前記読取条件及び／又は前記画像処理条件の仮決定条件を出力とするヒストグラム解析手段と、前記第一の画像信号と前記仮決定条件とを入力とし、前記読取条件及び／又は前記画像処理条件を出力とするニューラルネットワークとからなることを特徴とする放射線画像読取条件及び／又は画

像処理条件決定装置。

【請求項7】 放射線画像を表わす画像信号に基づいて、該画像信号に画像処理を施す際の画像処理条件を求める放射線画像処理条件決定方法において、前記画像信号を入力とし、該画像信号のヒストグラムに基づいて前記画像処理条件を出力とするヒストグラム解析手段により条件仮決定を行い、前記画像信号と前記仮決定された条件とを入力とし、前記画像処理条件を出力とするニューラルネットワークにより前記画像処理条件の最終決定を行なうことを特徴とする放射線画像処理条件決定方法。

【請求項8】 放射線画像を表わす画像信号に基づいて、該画像信号に画像処理を施す際の画像処理条件を求める放射線画像処理条件決定装置において、前記画像信号を入力とし、該画像信号のヒストグラムに基づいて前記画像処理条件の仮決定条件を出力とするヒストグラム解析手段と、前記画像信号と前記仮決定条件とを入力とし、前記画像処理条件を出力とするニューラルネットワークとからなることを特徴とする放射線画像処理条件決定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、放射線画像を表わす画像信号に基づいて、画像信号を得る際の読取条件、画像信号に画像処理を施す際の画像処理条件を求める放射線画像読取条件及び／又は画像処理条件決定方法および装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】記録された放射線画像を読み取って画像信号を得、この画像信号に適切な画像処理を施した後、画像を再生記録することは種々の分野で行なわれている。たとえば、後の画像処理に適合するように設計されたガンマ値の低いX線フィルムを用いてX線画像を記録し、このX線画像が記録されたフィルムからX線画像を読み取って電気信号に変換し、この電気信号（画像信号）に画像処理を施した後コピー写真等に可視像として再生することにより、コントラスト、シャープネス、粒状性等の画質性能の良好な再生画像を得ることが行なわれている（特公昭61-5193号公報参照）。

【0003】また本願出願人により、放射線（X線、 α 線、 β 線、 γ 線、電子線、紫外線等）を照射するとこの放射線エネルギーの一部が蓄積され、その後可視光等の励起光を照射すると蓄積されたエネルギーに応じて輝尽発光を示す蓄積性蛍光体（輝尽性蛍光体）を利用して、人体等の被写体の放射線画像情報を一旦シート状の蓄積性蛍光体に記録し、この蓄積性蛍光体シートをレーザー光等の励起光で走査して輝尽発光を生ぜしめ、得られた輝尽発光を光電的に読み取って画像信号を得、この画像データに基づき被写体の放射線画像を写真感光材料等の記録材料、CRT等に可視像として出力させる放射

線画像記録再生システムがすでに提案されている（特開昭55-12429号、同56-11395号、同55-163472号、同56-104645号、同55-116340号等）。

【0004】このシステムは、従来の銀塩写真を用いる放射線写真システムと比較して極めて広い放射線露出域にわたって画像を記録しようという実用的な利点を有している。すなわち、蓄積性蛍光体においては、放射線露光量に対して蓄積後に励起によって輝尽発光する発光光の光量が極めて広い範囲にわたって比例することが認められており、従って種々の撮影条件により放射線露光量がかなり大幅に変動しても、蓄積性蛍光体シートより放射される輝尽発光光の光量を読取ゲインを適当な値に設定して光電変換手段により読み取って電気信号に変換し、この電気信号を用いて写真感光材料等の記録材料、CRT等の表示装置に放射線画像を可視像として出力させることによって、放射線露光量の変動に影響されない放射線画像を得ることができる。

【0005】上記システムにおいて、蓄積性蛍光体シートに照射された放射線の線量等に応じて最適な読取条件で読み取って画像信号を得る前に、予め低レベルの光ビームにより蓄積性蛍光体シートを走査してこのシートに記録された放射線画像の概略を読み取る先読みを行ない、この先読みにより得られた先読画像信号を分析し、その後上記シートに高レベルの光ビームを照射して走査し、この放射線画像に最適な読取条件で読み取って画像信号を得る本読みを行なうように構成されたシステムもある。

【0006】ここで読取条件とは、読取りにおける輝尽発光光の光量と読取装置の出力との関係に影響を与える各種の条件を総称するものであり、例えば入出力の関係を定める読取ゲイン、スケールファクタあるいは、読取りにおける励起光のパワー等を意味するものである。

【0007】また、光ビームの高レベル／低レベルとは、それぞれ、上記シートの単位面積当りに照射される光ビームのエネルギーの大／小、もしくは上記シートから発せられる輝尽発光光のエネルギーが上記光ビームの波長に依存する（波長感度分布を有する）場合は、上記シートの単位面積当りに照射される光ビームのエネルギーを上記波長感度で重みづけした後の重みづけエネルギーの大／小をいい、光ビームのレベルを変える方法としては、異なる波長の光ビームを用いる方法、レーザ光源等から発せられる光ビームの強度そのものを変える方法、光ビームの光路上にNDフィルター等を挿入、除去することにより光ビームの強度を変える方法、光ビームのビーム径を変えて走査密度を変える方法、走査速度を変える方法等、公知の種々の方法を用いることができる。

【0008】また、この先読みを行なうシステムか先読みを行わないシステムかによらず、得られた画像信号（先読画像信号を含む）を分析し、画像信号に画像処理

を施す際の最適な画像処理条件を決定するようにしたシステムもある。ここで画像処理条件とは、画像信号に基づく再生画像の階調や感度等に影響を及ぼす処理を該画像信号に施す際の各種の条件を総称するものである。この画像信号に基づいて最適な画像処理条件を決定する方法は、蓄積性蛍光体シートを用いるシステムに限られず、たとえば従来のX線フィルム等の記録シートに記録された放射線画像から画像信号を得るシステムにも適用されている。

【0009】上記画像信号（先読画像信号を含む）に基づいて読取条件及び／又は画像処理条件（以下、読取条件等と呼ぶ。）を求める演算は、あらかじめ多数の放射線画像を統計的に処理した結果からそのアルゴリズムが定められている（たとえば、特開昭60-185944号公報、特開昭61-280163号公報参照）。

【0010】この従来採用されているアルゴリズムのひとつとして、画像信号のヒストグラムを求め、このヒストグラムに基づいて読取条件等を求める方法が知られている。このヒストグラムに基づいて読取条件等を求める方法に関し、これを細分すると、画像信号のヒストグラムから画像情報として必要な範囲の最大値と最小値の両者を求め、この最大値と最小値とに挟まれた範囲内の画像情報が例えば本読みにおいて精度良く読み取られるように読取条件等を求める方法（特開昭60-156055号公報参照）、上記ヒストグラムから最大値のみを求め、その最大値から所定値を引いた値を最小値とし、この最大値と最小値とに挟まれた範囲を必要な画像情報の範囲とする方法（特開昭60-185944号公報参照）、ヒストグラムから最小値のみを求め、その最小値に所定値を足した値を最大値とし、この最小値と最大値とに挟まれた範囲を必要な画像情報の範囲とする方法（特開昭61-280163号公報参照）、その他差分ヒストグラムを用いる方法（特開昭63-233658参照）、累積ヒストグラムを用いる方法（特開昭61-170730号公報参照）、ヒストグラムを判別基準により複数の小領域に分割する方法（特開昭63-262141参照）等、多数の方法を用いて必要な画像情報の範囲を求めてこれにより読取条件等を定める方法が知られている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上記の方法は多くの場合に有効であるが、その半面、被写体の撮影状態によっては、不都合を生じることもある。以下、この点について、肩関節の放射線画像を例にとりて詳しく説明する。

【0012】図1(a)と図1(b)は、ともに肩関節5を撮影した放射線画像であるが、図1(b)の画像では椎体6も写し込まれているのに対し、図1(a)の画像では撮影時の被写体の位置がずれているためにそれが写し込まれていない、という差異がある。一方、これら図1(a)、図1(b)の放射線画像を所持する各画像信号のヒストグラムは、それぞれ図2(a)、図2(b)に示すような

ものとなる。

【0013】図示される通り、両ヒストグラムの形状は大略同じようなものとなるが、2つの放射線画像間に上述の差異が存在するため、関心領域である肩関節部を担う画像信号の存在範囲は、両ヒストグラムにおいて各々K₁部、K₂部と、互いに異なるようになる。そこで、各ヒストグラムに基づいて図1(a)、図1(b)に示すような放射線画像を再生する際の読取条件あるいは画像処理条件を決定すると、2つの再生放射線画像の濃度やコントラストは同一ヒストグラムのため、同一条件を算出してしまいうため、関心領域である肩関節部の濃度が不安定になってしまう。

【0014】このようになっていると、再生放射線画像中で肝腎の関心領域が観察し難くなったり、例えば異常部の経過を観察するために複数の放射線画像を比較する等の場合は、誤った診断を下してしまう可能性もある。

【0015】本発明は上記のような事情に鑑みてなされたものであり、撮影時の被写体の位置がずれたりして複数の再生放射線画像間で特定の関心領域の濃度が変化しやすい状況になっても、その関心領域が常に適正な濃度で安定して再生されるようにする放射線画像読取条件及び／又は画像処理条件決定方法および装置を提供することを目的とするものである。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の方法は前述した蓄積性蛍光体シートを用い、先読みを行なうシステムに用いられるものである。

【0017】すなわち本発明の第1の放射線画像読取条件及び／又は画像処理条件決定方法は、◆放射線画像が記録された蓄積性蛍光体シートに励起光を照射し該蓄積性蛍光体シートから発せられた輝尽発光光を読み取って得られた前記放射線画像を表わす第一の画像信号に基づいて、前記蓄積性蛍光体シートに再度励起光を照射し該蓄積性蛍光体シートから発せられた輝尽発光光を読み取って前記放射線画像を表わす第二の画像信号を得る際の読取条件及び／又は得られた前記第二の画像信号に画像処理を施す際の画像処理条件を求める放射線画像読取条件及び／又は画像処理条件決定方法において、◆前記第一の画像信号を入力とし、該第一の画像信号のヒストグラムに基づいて前記読取条件及び／又は前記画像処理条件を出力とするヒストグラム解析手段により条件仮決定を行なうとともに、◆前記第一の画像信号を入力とし、前記ヒストグラム解析手段により仮決定された読取条件及び／又は前記画像処理条件に必要な補正を施すための補正値を出力とするニューラルネットワークにより前記仮決定された条件の補正を行なって、前記読取条件及び／又は画像処理条件の最終決定を行なうことを特徴とするものである。

【0018】また、本発明の第2の方法は、対象を蓄積性蛍光体シートから読取られる画像に限定せず、広く画

像信号一般を対象にするもので、◆上記のような放射線画像処理条件決定方法において、◆前記画像信号を入力とし、該画像信号のヒストグラムに基づいて前記画像処理条件を出力とするヒストグラム解析手段により条件仮決定を行なうとともに、◆前記画像信号を入力とし、前記ヒストグラム解析手段により仮決定された画像処理条件に必要な補正を施すための補正値を出力とするニューラルネットワークにより前記仮決定された条件の補正を行なう、前記画像処理条件の最終決定を行なうことを特徴とするものである。

【0019】すなわち、本発明の第1および第2の方法の特徴は、ヒストグラム解析だけでは誤りが生じるおそれがある放射線画像の読取条件及び／又は画像処理条件決定方法において、ニューラルネットワークにより必要な補正を行なうことを特徴とするものである。

【0020】また本発明の第3の方法は、前述した第1の方法と同様に蓄積性蛍光体シートを用い、先読みを行うシステムに用いられるものである。

【0021】すなわち本発明の第3の放射線画像読取条件及び／又は画像処理条件決定方法は、◆放射線画像が記録された蓄積性蛍光体シートに励起光を照射し該蓄積性蛍光体シートから発せられた輝尽発光光を読み取って得られた前記放射線画像を表わす第一の画像信号に基づいて、前記蓄積性蛍光体シートに再度励起光を照射し該蓄積性蛍光体シートから発せられた輝尽発光光を読み取って前記放射線画像を表わす第二の画像信号を得る際の読取条件及び／又は得られた前記第二の画像信号に画像処理を施す際の画像処理条件を求める放射線画像読取条件及び／又は画像処理条件決定方法において、◆前記第一の画像信号を入力とし、該第一の画像信号のヒストグラムに基づいて前記読取条件及び／又は前記画像処理条件を出力とするヒストグラム解析手段により条件仮決定を行ない、◆前記第一の画像信号と前記仮決定された条件とを入力とし、前記読取条件及び／又は前記画像処理条件を出力とするニューラルネットワークにより前記読取条件及び／又は画像処理条件の最終決定を行なうことを特徴とするものである。

【0022】さらに本発明の第4の方法は、前述した第2の方法と同様に対象を蓄積性蛍光体シートから読み取られる画像に限定せず、広く画像信号一般を対象にするもので、上記のような放射線画像処理条件決定方法において、◆前記画像信号を入力とし、該画像信号のヒストグラムに基づいて前記画像処理条件を出力とするヒストグラム解析手段により条件仮決定を行い、◆前記画像信号と前記仮決定された条件とを入力とし、前記画像処理条件を出力とするニューラルネットワークにより前記画像処理条件の最終決定を行なうことを特徴とするものである。

【0023】すなわち、本発明の第3、および第4の方法の特徴は、ヒストグラム解析だけでは誤りが生じるお

それがある放射線画像の読取条件及び／又は画像処理条件決定方法において、前記ヒストグラムに基づいて求められた放射線画像読取条件及び／又は画像処理条件を仮決定条件とし、この仮決定条件と画像信号とから、ニューラルネットワークにより最終的な放射線画像読取条件及び／又は画像処理条件を決定することを特徴とするものである。

【0024】また、本発明による第1の放射線画像の読取条件及び／又は画像処理条件決定装置は、前述した第1の方法を実施するためのもので、◆前述した第1の方法を実施する基本的な放射線画像読取条件及び／又は画像処理条件決定装置において、◆前記第一の画像信号を入力とし、該第一の画像信号のヒストグラムに基づいて前記読取条件及び／又は前記画像処理条件の仮決定条件を出力とするヒストグラム解析手段と、◆前記第一の画像信号を入力とし、前記ヒストグラム解析手段により仮決定された読取条件及び／又は前記画像処理条件の仮決定条件に必要な補正を施すための補正値を出力とするニューラルネットワークと、◆前記ヒストグラム解析手段の出力である前記仮条件に、前記ニューラルネットワークの出力である前記補正値を加算して前記読取条件及び／又は前記画像処理条件を出力する加算手段とからなることを特徴とするものである。

【0025】また、本発明による第2の装置は、放射線画像を表わす画像信号に基づいて、該画像信号に画像処理を施す際の画像処理条件を求める放射線画像処理条件決定装置において、◆前記画像信号を入力とし、該画像信号のヒストグラムに基づいて前記画像処理条件の仮決定条件を出力とするヒストグラム解析手段と、◆前記画像信号を入力とし、前記ヒストグラム解析手段により仮決定された前記画像処理条件の仮決定条件に必要な補正を施すための補正値を出力とするニューラルネットワークと、◆前記ヒストグラム解析手段の出力である前記仮条件に、前記ニューラルネットワークの出力である前記補正値を加算して前記画像処理条件を出力する加算手段とからなることを特徴とするものである。

【0026】また本発明による第3の放射線画像読取条件及び／又は画像処理条件決定装置は、前述した第3の方法を実施するためのもので、◆前述した第3の方法を実施する放射線画像読取条件及び／又は画像処理条件決定装置において、◆放射線画像が記録された蓄積性蛍光体シートに励起光を照射し該蓄積性蛍光体シートから発せられた輝尽発光光を読み取って得られた前記放射線画像を表わす第一の画像信号に基づいて、前記蓄積性蛍光体シートに再度励起光を照射し該蓄積性蛍光体シートから発せられた輝尽発光光を読み取って前記放射線画像を表わす第二の画像信号を得る際の読取条件及び／又は得られた前記第二の画像信号に画像処理を施す際の画像処理条件を求める放射線画像読取条件及び／又は画像処理条件決定装置において、◆前記第一の画像信号を入力と

し、該第一の画像信号のヒストグラムに基づいて前記読取条件及び／又は前記画像処理条件の仮決定条件を出力とするヒストグラム解析手段と、◆前記第一の画像信号と前記仮決定条件とを入力とし、前記読取条件及び／又は前記画像処理条件を出力とするニューラルネットワークとからなることを特徴とするものである。

【0027】さらに本発明による第4の装置は、放射線画像を表わす画像信号に基づいて、該画像信号に画像処理を施す際の画像処理条件を求める放射線画像処理条件決定装置において、◆前記画像信号を入力とし、該画像信号のヒストグラムに基づいて前記画像処理条件の仮決定条件を出力とするヒストグラム解析手段と、◆前記画像信号と前記仮決定条件とを入力とし、前記画像処理条件を出力とするニューラルネットワークとからなることを特徴とするものである。

【0028】本発明で利用するニューラルネットワークは、近年出現し、種々の分野に適用されつつあるもので、学習により所定の入力に対して期待する出力を出すように機能する一種のコンピュータネットワークである。すなわちこのニューラルネットワークは、ある入力信号を与えたときに出力された出力信号が正しい信号であるか誤った信号であるかという情報（教師信号）を入力することにより、ニューラルネットワーク内部の各ユニット間の結合の重み（シナプス結合のウェイト）を修正するという誤差逆伝播学習（バックプロパゲーション）機能を備えたもので、繰り返し「学習」させることにより、新たな信号が入力されたときに正解を出力する確率を高めることができるものである。

【0029】このニューラルネットワークを用いると、このニューラルネットワークのみによって、放射線画像の画像データを入力として、前述の読取条件等の決定を行なうことも可能であるが、本発明のひとつはニューラルネットワーク出力を、前記ヒストグラム解析手段により仮決定された読取条件及び／又は前記画像処理条件に必要な補正のための補正值とし、この補正值により前記ヒストグラム解析により仮に決定された読取条件等の補正を行なう、前記読取条件及び／又は画像処理条件の最終決定を行なうようにしたことを特徴とするものである。

【0030】本発明のもうひとつは、前記ヒストグラム解析手段により仮決定された前記読取条件及び／又は画像処理条件と、放射線画像の画像データとをニューラルネットワークに入力し、最終決定した前記読取条件及び／又は画像処理条件をニューラルネットワークの出力とすることを特徴とするものである。

【0031】したがって本発明で使用するニューラルネットワークのひとつは、画像データを入力とし、必要な補正值を出力とするものであり、もうひとつは画像データと仮決定された読取条件及び／又は画像処理条件とを入力とし、最終決定した読取条件及び／又は画像処理条

件を出力とするもので、そのため、必要な補正值あるいは最終的な読取条件及び／又は画像処理条件を教師信号として学習させることによって作られるものである。

【0032】

【作用】本発明による放射線画像読取条件等の決定方法のひとつは、ヒストグラム解析手段により仮決定された読取条件等に必要な補正を施すための補正值を出力とするニューラルネットワークにより補正を行なう、読取条件等の最終決定を行なうものであり、本発明による放射線画像処理条件等の決定方法のもうひとつは、ヒストグラム解析手段により仮決定された読取条件等と、画像信号とをニューラルネットワークに入力し、最終的な読取条件等をニューラルネットワークより出力するものであるから、画像信号のヒストグラム解析のみでは生じるおそれのある誤差を無くして信頼度の高い読取条件等を決定することができる。

【0033】

【実施例】以下、本発明の実施例について、図面を参照して説明する。

【0034】なお、ここでは前述した蓄積性蛍光体シートを用い、関心領域として人体の肩関節部が撮影されたX線画像を取り扱う例について説明する。

【0035】図3は、X線撮影装置の一例の概略図である。このX線撮影装置1のX線源2からX線3が人体4の肩部4aに向けて照射され、人体4を透過したX線3aが蓄積性蛍光体シート11に照射されることにより、人体の肩部4aの透過X線画像が蓄積性蛍光体シート11に蓄積記録される。

【0036】図1(a)、図1(b)は、上記のようにして蓄積性蛍光体シート11上に蓄積記録された肩部X線画像の一例を、模式的に表わした図である。

【0037】次に、本発明の第1実施例による放射線画像読取条件決定方法を適用したコンピュータシステムを内包したX線画像読取装置の一例について詳細に説明する。

【0038】図4は、X線画像読取装置の一例、および本発明の第1実施例による放射線画像読取条件決定装置を内包したコンピュータシステムの一例を示した斜視図である。このシステムは前述した蓄積性蛍光体シートを用い、先読みを行なうシステムである。

【0039】図示しないX線撮影装置において、被写体のX線画像が蓄積性蛍光体シートに蓄積記録される。このX線画像が記録された蓄積性蛍光体シート11は、まず弱い光ビームで走査してこのシート11に蓄積された放射線エネルギーの一部のみを放出させて先読みを行なう先読手段100の所定位置にセットされる。この所定位置にセットされた蓄積性蛍光体シート11は、モータ12により駆動されるエンドレスベルト等のシート搬送手段13により、矢印Y方向に搬送（副走査）される。一方、レーザー光源14から発せられた弱い光ビーム15はモータ23によ

り駆動され矢印方向に高速回転する回転多面鏡16によって反射偏向され、 $f\theta$ レンズ等の集束レンズ17を通した後、ミラー18により光路を変えて前記シート11に入射し副走査方向（矢印Y方向）と略垂直な矢印X方向に主走査する。この光ビーム15が照射されたシート11の箇所からは、蓄積記録されている放射線画像情報に応じた光量の輝尽発光光19が発散され、この輝尽発光光19は光ガイド20によって導かれ、フォトマルチプライヤ（光電子増倍管）21によって光電的に検出される。上記光ガイド20はアクリル板等の導光性材料を成形して作られたものであり、直線状をなす入射端面20aが蓄積性蛍光体シート11上の主走査線に沿って延びるように配され、円環状に形成された出射端面20bに上記フォトマルチプライヤ21の受光面が結合されている。上記入射端面20aから光ガイド20内に入射した輝尽発光光19は、該光ガイド20の内部を全反射を繰り返して進み、出射端面20bから出射してフォトマルチプライヤ21に受光され、放射線画像を表わす輝尽発光光19の光量がフォトマルチプライヤ21によって電気信号に変換される。

【0040】フォトマルチプライヤ21から出力されたアナログ出力信号Sは対数増幅器26で対数的に増幅され、A/D変換器27でデジタル化され、先読画像信号 S_p が得られる。この先読画像信号 S_p の信号レベルは、シート11の各画素から発せられた輝尽発光光の光量の対数と比例している。

【0041】上記先読みにおいては、蓄積性蛍光体シート11に蓄積された放射線エネルギーの広い領域にわたって読み取ることができるよう、読取条件即ちフォトマルチプライヤ21に印加する電圧値や対数増幅器26の増幅率等が定められている。

【0042】得られた先読画像信号 S_p は、コンピュータシステム40に入力される。このコンピュータシステム40は、本発明の放射線画像読取条件決定装置の一例を内包するものであり、CPUおよび内部メモリが内蔵された本体部41、補助メモリとしてのフロッピーディスクが挿入されドライブされるドライブ部42、オペレータがこのコンピュータシステム40に必要な指示等を入力するためのキーボード43、および必要な情報を表示するためのCRTディスプレイ44から構成されている。

【0043】このコンピュータシステム40内では、入力された先読画像信号 S_p に基づいて必要に応じて分割パターン及び照射野が認識され、次いでその先読画像信号 S_p に基づいてヒストグラムが求められ、このヒストグラムに基づいてニューラルネットワークにより本読みの際の読取条件、即ち本読みの際の感度 S_k およびラチチュード G_p が求められ、この求められた感度 S_k 、ラチチュード G_p に従って、たとえばフォトマルチプライヤ21に印加する電圧値や対数増幅器26の増幅率等が制御される。

【0044】ここでラチチュード G_p とは、本読みの際

に画像信号に変換される最も微弱な輝尽発光光に対する最も強大な輝尽発光光の光量比に対応するものであり、感度 S_k とは所定の光量の輝尽発光光をどのレベルの画像信号とするかを定める光電変換率をいう。

【0045】先読みの終了した蓄積性蛍光体シート11'は、本読手段100'の所定位置にセットされ、上記先読みに使用した光ビームより強い光ビーム15'によりシート11'が走査され、前述のようにして定められた読取条件により画像信号が得られるが、本読手段100'の構成は上記先読手段100の構成と略同一であるため、先読手段100の各構成要素と対応する構成要素には先読手段100で用いた番号にダッシュを付して示し、説明は省略する。

【0046】A/D変換器27'でデジタル化されることにより得られた画像信号 S_0 は、再度コンピュータシステム40に入力される。コンピュータシステム40内では画像信号 S_0 に適切な画像処理が施され、この画像処理の施された画像信号は図示しない再生装置に送られ、再生装置においてこの画像信号に基づくX線画像が再生表示される。

【0047】前記コンピュータシステム40では、先読画像信号 S_p に基づいて、ヒストグラム解析による読取り条件等の仮決定と、ニューラルネットワークによる仮決定条件の補正を行なって、前記読取条件の最終決定を行なう。

【0048】この、コンピュータシステム40により先読画像信号 S_p に基づいてヒストグラム解析による読取り条件等の仮決定を行ない、次いでニューラルネットワークによる仮決定条件の補正を行なって、前記読取条件の最終決定を行なう構成の基本的概念を図5にブロック図で示す。

【0049】すなわち本発明による読取条件決定装置の基本的構成は、図5に示すように上記のような放射線画像の読取条件決定装置において、画像信号50を入力とし、該画像信号50のヒストグラムに基づいて読取条件の仮決定条件を出力とするヒストグラム解析手段51と、前記画像信号50を入力とし、前記ヒストグラム解析手段51により仮決定された、読取条件の仮決定条件 S_{max} 、 S_{min} に必要な補正を施すための補正值 ΔS_{max} 、 ΔS_{min} を出力とするニューラルネットワーク52と、前記ヒストグラム解析手段51の出力である仮決定条件 S_{max} 、 S_{min} に、前記ニューラルネットワーク52の出力である前記補正值 ΔS_{max} 、 ΔS_{min} を加算して前記読取条件の S_{max}' 、 S_{min}' （ $S_{max}' = S_{max} + \Delta S_{max}$ 、 $S_{min}' = S_{min} + \Delta S_{min}$ ）を出力する加算手段53とから構成されている。そして、前記ヒストグラム解析手段51により条件仮決定を行なうとともに、前記ニューラルネットワーク52により前記仮決定された条件の補正を行なって、前記読取条件の最終決定を行なう。

【0050】上記第1の実施例では、前記読取条件とし

て、画像信号の最大値、最小値に相当する S_{\max}' 、 S_{\min}' を採用しているが、この読取条件は、感度とスケールファクターに対応するものであれば、他の値でもよいことは言うまでもない。

【0051】次に、本発明の第2実施例による放射線画像読取条件決定方法を適用したコンピュータシステムを内包したX線画像読取装置について説明するがX線画像読取装置の一例および本発明の第2実施例による放射線画像読取条件決定装置を内包したコンピュータシステムの構成については前述した図4に示す本発明による第1実施例と同一であるので詳細な説明は省略し、ここでは先読画像信号 S_p が図4におけるコンピュータシステム40に入力された後のプロセスについて説明する。

【0052】本発明の第2実施例によるコンピュータシステム40では、先読画像信号 S_p に基づいて、ヒストグラム解析による読取条件等の仮決定と、この仮決定された読取条件等と先読画像信号 S_p とに基づいてニューラルネットワークにより読取条件等の最終決定を行う。

【0053】このコンピュータシステム40により先読画像信号 S_p に基づいてヒストグラム解析による読取条件等の仮決定を行ない、次いでこの仮決定された読取条件等と先読信号 S_p とに基づいてニューラルネットワークにより前記読取条件の最終決定を行なう構成の基本的概念を図6にブロック図で示す。

【0054】すなわち本発明の第2実施例による読取条件決定装置の基本的構成は、図6に示すように前述した放射線画像の読取条件決定装置において、画像信号60を入力とし、該画像信号60のヒストグラムに基づいて読取条件の仮決定条件を出力とするヒストグラム解析手段61と、前記画像信号60と前記ヒストグラム解析手段61により仮決定された読取条件の仮決定条件 S_k' 、 G_p' とを入力とし、最終的な読取条件 S_k 、 G_p を出力とするニューラルネットワーク62とから構成されている。そして前記ヒストグラム解析手段61により仮決定を行ない、前記画像信号60と前記仮決定条件 S_k' 、 G_p' とに基づいて、前記ニューラルネットワーク62により前記読取条件の最終決定を行なう。

【0055】上記第2の実施例では、前記読取条件として、画像信号の感度、コントラストに相当する S_k 、 G_p を採用しているが、この読取条件は、感度とスケールファクターに対応するものであれば、前述した第1の実施例と同様に画像信号の最大値、最小値に相当する値等、他の値でもよいことは言うまでもない。

【0056】次に、ニューラルネットワークにおいて学習を繰り返して、ヒストグラム解析により仮決定された読取条件等を補正する補正值を出力する本発明の第1実施例によるニューラルネットワークの作り方、およびその作用を説明する。

【0057】図7は誤差逆伝播学習（バックプロパゲーション）機能を備えたニューラルネットワークの一例を

表した図である。誤差逆伝播学習（バックプロパゲーション）とは、ニューラルネットワークに所定の機能を付与するためのよく知られた学習方法で、ニューラルネットワークの出力を正解（教師信号）と比べることにより、出力側から入力側に向かって順次結合の重み（シナプス結合のウェイト）を修正するというものである。

【0058】図に示すように、このニューラルネットワークの第1層（入力層）、第2層（中間層）、第3層（出力層）はそれぞれ n_1 個、 n_2 個、2 個のユニットから構成され、第1層（入力層）に入力される各信号 F_1 、 F_2 、 \dots 、 F_{n_1} はX線画像の各画素に対応する先読画像信号 S_p であり、第3層（出力層）からの2つの出力 $Y_{3,1}$ 、 $Y_{3,2}$ はヒストグラム解析の結果を補正する補正值に対応した信号である。第 k 層の i 番目のユニットを $U_{k,i}$ 、該ユニット $U_{k,i}$ への各入力 $X_{k,i}$ 、各出力 $Y_{k,i}$ 、 $U_{k,i}$ から $U_{k+1,j}$ への結合の重みを $W_{k,i;k+1,j}$ とし、各ユニット $U_{k,j}$ は同一の特性関数

【0059】

【数1】

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad \dots (1)$$

【0060】を有するものとする。このとき、各ユニット $U_{k,j}$ の入力 $X_{k,j}$ 、出力 $Y_{k,j}$ は、

【0061】

【数2】

$$X_{k,j} = \sum W_{k-1,i;k,j} \cdot Y_{k-1,i} \quad \dots (2)$$

【0062】

【数3】

$$Y_{k,j} = f(X_{k,j}) \quad \dots (3)$$

【0063】となる。ただし入力層を構成する各ユニット $U_{1,i}$ ($i=1,2,\dots,n_1$) への各入力 F_1 、 F_2 、 \dots 、 F_{n_1} は重みづけされずにそのまま各ユニット $U_{1,i}$ ($i=1,2,\dots,n_1$) に入力される。入力された n_1 個の信号 F_1 、 F_2 、 \dots 、 F_{n_1} は、各結合の重み $W_{k,i;k+1,j}$ によって重み付けられながら最終的な出力 $Y_{3,1}$ 、 $Y_{3,2}$ にまで伝達され、これによりヒストグラム解析の結果を補正する補正值に対応した信号が求められる。

【0064】ここで、上記各結合の重み $W_{k,i;k+1,j}$ の決定方法について説明する。まず乱数により各結合の重み $W_{k,i;k+1,j}$ の初期値が与えられる。このとき、入力 $F_1 \sim F_{n_1}$ が最大に変動しても、出力 $Y_{3,1}$ 、 $Y_{3,2}$ が所定範囲内の値またはこれに近い値となるように、その乱数の範囲を制限しておくことが好ましい。

【0065】最適な読取条件が既知ので肩関数5（図1(a)、図1(b)参照）が記録された多数の蓄積性蛍光体シートを、前述のようにして読み取って先読画像信号 S_p を得、これにより上記 n_1 個の入力 F_1 、 F_2 、 \dots 、 F_{n_1} が求められる。本発明の特徴として、上記最適な読取条件は、X線画像中で特に肩関数5の部分が最適な濃

度で示される条件とされ、これと異なるヒストグラム解析の結果を補正する補正值に対応する値が出力されるようにする。

【0066】この n_1 個の入力 F_1, F_2, \dots, F_{n_1} が図7に示すニューラルネットワークに入力され、各ユニット $U_{k,i}$ の出力 $Y_{k,i}$ がモニタされる。

$$E_1 = \frac{1}{2} (Y_{3,1} - "Y_{3,1}")^2 \quad \dots(4)$$

【0069】

【数5】

$$E_2 = \frac{1}{2} (Y_{3,2} - "Y_{3,2}")^2 \quad \dots(5)$$

【0070】が求められる。この二乗誤差 E_1, E_2 がそれぞれ最小となるように、以下のようにして各結合の※

$$W_{k,i;k+1,j} = W_{k,i;k+1,j} - \eta \cdot \frac{\partial E_1}{\partial W_{k,i;k+1,j}} \quad \dots(6)$$

【0073】このように各結合の重み $W_{k,i;k+1,j}$ が修正される。ここで η は学習係数と呼ばれる係数である。

【0074】ここで、

$$\frac{\partial E_1}{\partial W_{k,i;k+1,j}} = \frac{\partial E_1}{\partial X_{k+1,j}} \cdot \frac{\partial X_{k+1,j}}{\partial W_{k,i;k+1,j}} \quad \dots(7)$$

【0076】であり、(2)式より

【0077】

$$X_{k+1,j} = \sum W_{k,i;k+1,j} \cdot Y_{k,i} \quad \dots(8)$$

【0078】であるから、(7)式は、

【0079】

$$\frac{\partial E_1}{\partial W_{k,i;k+1,j}} = \frac{\partial E_1}{\partial X_{k+1,j}} \cdot Y_{k,i} \quad \dots(9)$$

【0080】となる。

【0081】ここで、(4)式より、

$$\frac{\partial E_1}{\partial X_{3,1}} = (Y_{3,1} - "Y_{3,1}") \cdot \frac{\partial Y_{3,1}}{\partial X_{3,1}} \quad \dots(10)$$

【0083】(3)式を用いてこの(10)式を変形すると、

【0084】

$$\frac{\partial E_1}{\partial X_{3,1}} = (Y_{3,1} - "Y_{3,1}") \cdot f'(X_{3,1}) \quad \dots(11)$$

【0085】ここで、(1)式より、

【0086】

【数12】

$$f'(x) = f(x) \cdot (1 - f(x)) \quad \dots(12)$$

【0087】であるから、

【0088】

【数13】

*【0067】各出力 $Y_{k,i}$ が求められると、最終的な出力である $Y_{3,1}, Y_{3,2}$ と、この画像に関し正しい補正值としての教師信号(ΔS_{max} “ $Y_{3,1}$ ” および ΔS_{min} “ $Y_{3,2}$ ”)との二乗誤差

【0068】

【数4】

10※重み $W_{k,i;k+1,j}$ が修正される。なお、以下 $Y_{3,1}$ の出力に関して延べ $Y_{3,2}$ については $Y_{3,1}$ と同様であるため、ここでは省略する。

【0071】二乗誤差 E_1 を最小にするには、この E_1 は $W_{k,i;k+1,j}$ の関数であるから

【0072】

【数6】

$\frac{\partial E_1}{\partial W_{k,i;k+1,j}}$

20★【0075】

【数7】

★

☆【数8】

☆

◆【数9】

◆30

*【0082】

*

【数10】

※【数11】

※40

$$f'(X_{3,1}) = Y_{3,1} \cdot (1 - Y_{3,1}) \quad \dots(13)$$

【0089】となる。

【0090】(9)式において $k=2$ と置き、(11)式、(13)式を(9)式に代入すると、

【0091】

【数14】

17

18

$$\frac{\partial E_1}{\partial W_{2,1;3,1}} = \frac{\partial E_1}{\partial X_{3,1}} \cdot Y_{2,1} \quad \dots (14)$$

$$= (Y_{3,1} - "Y_{3,1}") \cdot Y_{3,1} \cdot (1 - Y_{3,1}) \cdot Y_{2,1}$$

【0092】この(14)式を(6)式に代入して、 * 【数15】

$$\begin{aligned} W_{2,1;3,1} &= W_{2,1;3,1} - \eta \cdot (Y_{3,1} - "Y_{3,1}") \cdot Y_{3,1} \\ &\quad \cdot (1 - Y_{3,1}) \cdot Y_{2,1} \quad \dots (15) \end{aligned}$$

【0094】となる。この(15)式に従って、 $W_{2,i;3,1}$ 10※ 【0096】
 ($i=1,2,\dots, n_1$) の各結合の重みが修正される。 【数16】

【0095】次に、 ※

$$\frac{\partial E_1}{\partial X_{2,j}} = \frac{\partial E_1}{\partial X_{3,1}} \cdot \frac{\partial X_{3,1}}{\partial X_{2,j}} \quad \dots (16)$$

【0097】であるから、この(16)式に(2)式、(3)式 ★ 【0098】
 を代入して、 ★ 【数17】

$$\begin{aligned} \frac{\partial E_1}{\partial X_{2,j}} &= \frac{\partial E_1}{\partial X_{3,1}} \cdot \frac{\partial}{\partial X_{2,j}} (\sum W_{2,j;3,1} \cdot Y_{2,j}) \\ &= \frac{\partial E_1}{\partial X_{3,1}} \cdot W_{2,j;3,1} \cdot f' (X_{2,j}) \quad \dots (17) \end{aligned}$$

【0099】ここで(12)式より、 ☆ 【数18】

$$f' (X_{2,j}) = Y_{2,j} \cdot (1 - Y_{2,j}) \quad \dots (18)$$

【0101】であるから、この(18)式と、(11)式、(13) ◆ 【0102】
 式を(17)式に代入して、 ◆ 【数19】

$$\begin{aligned} \frac{\partial E_1}{\partial X_{2,j}} &= (Y_{3,1} - "Y_{3,1}") \cdot Y_{3,1} \cdot (1 - Y_{3,1}) \\ &\quad \cdot Y_{2,j} \cdot (1 - Y_{2,j}) \cdot W_{2,j;3,1} \quad \dots (19) \end{aligned}$$

【0103】(9)式において $k=1$ と置き、(19)式を * 【0104】

(9)式に代入すると、 * 【数20】

$$\begin{aligned} \frac{\partial E_1}{\partial W_{1,1;2,j}} &= \frac{\partial E_1}{\partial X_{2,j}} \cdot Y_{1,1} \\ &= (Y_{3,1} - "Y_{3,1}") \cdot Y_{3,1} \cdot (1 - Y_{3,1}) \\ &\quad \cdot Y_{2,j} \cdot (1 - Y_{2,j}) \cdot W_{2,j;3,1} \cdot Y_{1,1} \quad \dots (20) \end{aligned}$$

【0105】この(20)式を(6)式に代入すると、 $k=1$ ※ 【0106】

と置いて、 ※ 【数21】

$$\begin{aligned} W_{1,1;2,j} &= W_{1,1;2,j} - \eta \cdot (Y_{3,1} - "Y_{3,1}") \cdot Y_{3,1} \\ &\quad \cdot (1 - Y_{3,1}) \cdot Y_{2,j} \cdot (1 - Y_{2,j}) \cdot Y_{1,1} \cdot W_{2,j;3,1} \quad \dots (21) \end{aligned}$$

【0107】となり、(15)式で修正された $W_{2,i;3,1}$ ($i=1,2,\dots, n_1$)がこの(21)式に代入され、 $W_{1,1;2,j}$ ($i=1,2,\dots, n_1$; $j=1,2,\dots, n_2$)が修正される。
 【0108】尚、理論的には(15)式、(21)式を用い、学

習係数 η を十分小さくとして学習回数を十分に多くすることにより、各結合の重み $W_{k,1;k+1,j}$ を所定の値に集束させ得るが、学習係数 η をあまり小さくすることは学習の進みを遅くするため現実的ではない。一方学習係数

η を大きくすると学習が振動してしまう（上記結合の重みが所定の値に収束しない）ことがある。そこで実際には、結合の重みの修正量に次式のような慣性項を加えて振動を抑え、学習係数 η はある程度大きな値に設定される。（例えば、D. E. Rumelhart, G. E. Hinton and R. J. Williams: Learning internal representations by error propagation

$$\Delta W_{k,i;k+1,j}(t+1) = \alpha \cdot \Delta W_{k,i;k+1,j}(t) +$$

$$\eta \cdot \frac{\partial E_i}{\partial X_{k+1,j}} \cdot Y_{k,i} \quad \dots (22)$$

【0110】ただし $\Delta W_{k,i;k+1,j}(t)$ は、 t 回目の学習における、修正後の結合重み $W_{k,i;k+1,j}$ から修正前の該結合の重み $W_{k,i;k+1,j}$ を引いた修正量を表わす。また、 α は、慣性項と呼ばれる係数である。

【0111】慣性項 α 、学習係数 η としてたとえば $\alpha = 0.9$ 、 $\eta = 0.25$ を用いて各結合の重み $W_{k,i;k+1,j}$ の修正（学習）をたとえば20万回行ない、その後は、各結合の重み $W_{k,i;k+1,j}$ は最終の値に固定される。この学習の終了時には2つの出力 $Y_{3,1}$ 、 $Y_{3,2}$ は本読みのそれぞれ感度、コントラストを適正に補正する（X線画像中で、肩関節5の部分の所定の安定した濃度で再生されるようになる）信号となる。勿論、補正が不要なときは補正値0を出力する。

【0112】そこで学習が終了した後は、今度は本読みの際の適正な読取条件を求めるため、X線画像を表わす先読画像信号 S_p が図7に示すニューラルネットワークに入力され、それにより得られた出力 $Y_{3,1}$ 、 $Y_{3,2}$ が、そのX線画像に対する本読みの読取条件のヒストグラム解析による仮決定条件を補正する信号となる。この信号は、上記のようにして学習を行なった後のものであるから、本読みの際の読取条件を精度良く補正するものである。

【0113】このようにして出力された補正値を、ヒストグラム解析による出力に加算器で加算して、最適な本読みの読取条件を得る。

【0114】尚、上記ニューラルネットワークは3層構造のものに限られるものではなく、さらに多層にしてもよいことはもちろんである。また各層のユニットの数も、入力される先読画像信号 S_p の画素の数、必要とする読取条件の精度等に応じた任意の数に設定し得るものである。

【0115】上記のようにしてニューラルネットワークにより補正された読取条件に従って本読手段100'のフォトマルチプライヤ21'に印加する電圧や増幅器26'の増幅率等が制御され、この制御された条件に従って本読みが行なわれる。

【0116】また、本発明の第2実施例によるニューラルネットワークの作り方については、上述した本発明の第1実施例によるニューラルネットワークの説明において、入力される信号をX線画像の各画素に対応する先読

*opagation In Parallel Distributed Processing, Volume 1, J. L. McClelland, D. E. Rumelhart and The PDP Research Group, MIT Press, 1986b] 参照)

【0109】

【数22】

画像信号 S_p とヒストグラム解析により得られた感度、コントラストの仮決定条件とし、2つの出力 $Y_{3,1}$ 、 $Y_{3,2}$ をそれぞれ最終的な読取条件の感度、コントラストとしたものであるため詳細な説明は省略し、以下その作用について述べる。

【0117】本発明の第2実施例によるニューラルネットワークは学習終了後には、2つの出力 $Y_{3,1}$ 、 $Y_{3,2}$ は本読みのそれぞれ感度、コントラストを正しく表わす（X線画像中で、肩関節5の部分の所定の安定した濃度で再生されるようになる）信号となる。したがって本読みの際の適正な読取条件を得るため、X線画像を表わす先読画像信号 S_p とヒストグラム解析による仮決定条件とがニューラルネットワークに入力され、それにより得られた出力 $Y_{3,1}$ 、 $Y_{3,2}$ がそのX線画像に対する本読みの際の読取条件を表わす信号となる。

【0118】このようにして本発明の第2実施例のニューラルネットワークにより最適な本読みの読取条件を求め、本発明の第1実施例と同様に、この読取条件に従って図4における本読手段100'のフォトマルチプライヤ21'に印加する電圧や増幅器26'の増幅率等が制御され、この制御された条件に従って本読みが行なわれる。

【0119】尚、上記第1、第2の実施例では、先読手段100と本読手段100'とが別々に構成されているが、前述したように先読手段100と本読手段100'の構成は略同一であるため、先読手段100と本読手段100'とを一体にして兼用してもよい。この場合、先読を行なった後、蓄積性蛍光体シート11を一回バックさせ、再度走査して本読を行なうようにすればよい。

【0120】先読手段と本読手段とを兼用した場合、先読みの場合と本読みの場合とで光ビームの強度を切替える必要があるが、この切替えの方法としては、レーザー光源からの光強度そのものを切替える方法等、種々の方法を使用することができる。

【0121】また、上記第1、第2の実施例では、コンピュータシステム40で本読みの際の読取条件を求める方法について説明したが、上記コンピュータシステム40により、画像信号 S_p に画像処理を施す際の画像処理条件を求めることもできる。

【0122】すなわち、ヒストグラムとニューラルネットワークを用いた上記コンピュータ40による読取条件決

定の方法を、画像信号に各種の画像処理を施すときの画像処理条件決定に適用することもできる。この場合、本読みの際は先読画像信号Spにかかわらず所定の読取条件で読み取ることとし、コンピュータシステム40では、先読画像信号Spに基づいて、画像処理条件を決定するようにしてもよく、また、コンピュータシステム40で上記読取条件と画像処理条件の双方を決定するようにしてもよい。

【0123】さらに、上記第1、第2の実施例は、先読みを行なう放射線画像読取方法に本発明を適用したものであるが、本発明は先読み無しで本読みに相当する読取りを行なう放射線画像読取方法にも適用可能である。この場合は、本発明の第1実施例の方法によれば適当な方法で読み取られて得られた画像信号からヒストグラム解析により画像処理条件を求め、これにニューラルネットワークを構成するコンピュータシステムで補正を加えて適正な画像処理条件が求められる。また本発明の第2実施例による方法によれば、適当な方法で読み取られて得られた画像信号からヒストグラム解析により画像処理条件を求め、この画像処理条件と、前記画像信号とからニューラルネットワークにより適正な画像処理条件が求められる。

【0124】さらに、上記画像処理条件を決定する第1、第2の実施例は、蓄積性蛍光体シートに記録された画像を読み取ることを前提としているが、本発明は蓄積性蛍光体シートに記録された放射線画像のみならず、その他、従来のX線フィルムに記録された医用画像等の画像を適宜の方法で読み取った信号に画像処理を施す場合についても適用可能なこと勿論である。

【0125】こうして求められた最適な画像処理条件は、画像処理装置に入力され、該画像処理装置におい

て、入力された画像信号に該最適な画像処理条件で、例えば階調処理等の画像処理が施される。

【図面の簡単な説明】

【図1】肩関節部のX線画像を表わした説明図

【図2】上記図1に示されたX線画像を担持する画像信号のヒストグラムの概略パターンを示すグラフ

【図3】X線撮影装置の一例の概略図

【図4】X線画像読取装置の一例、および本発明を実施するコンピュータシステムの一部を示した斜視図

【図5】本発明の第1実施例による方法の基本的概念を説明するブロック図

【図6】本発明の第2実施例による方法の基本的概念を説明するブロック図

【図7】ニューラルネットワークの一例を表わした概略図

【符号の説明】

1 X線撮影装置

2 X線源

5 肩関節

10 11, 11' 蓄積性蛍光体シート

19, 19' 輝尽発光光

21, 21' フォトマルチプライヤ

26, 26' 対数増幅器

27, 27' A/D変換器

40, 200, 210, 220 コンピュータシステム

100 先読手段

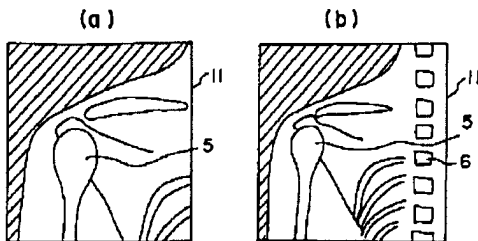
100' 本読手段

51, 61 ヒストグラム解析手段

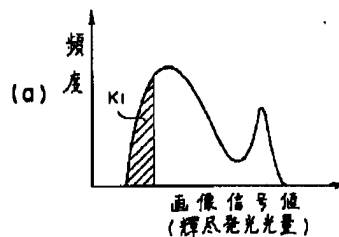
52, 62 ニューラルネットワーク

30 53 加算器

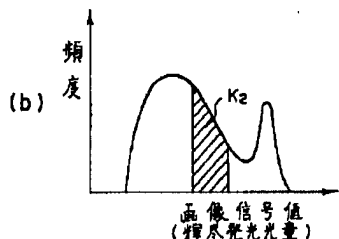
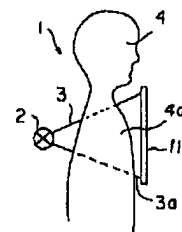
【図1】



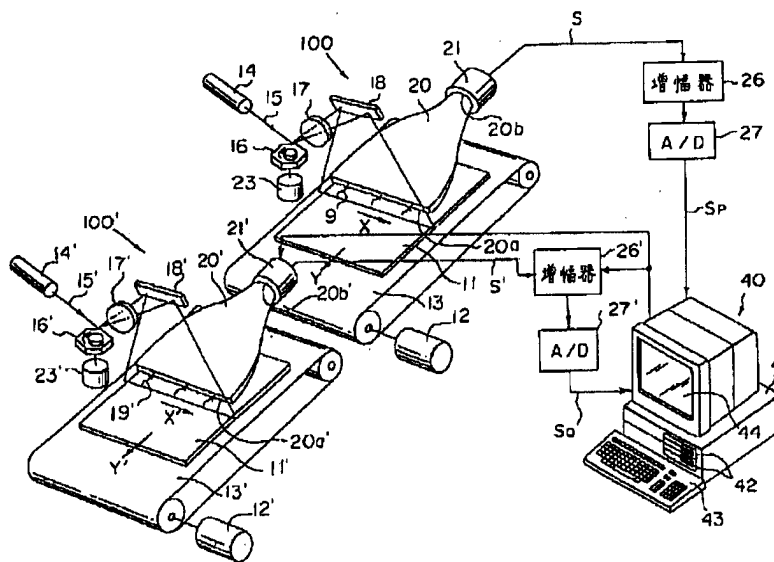
【図2】



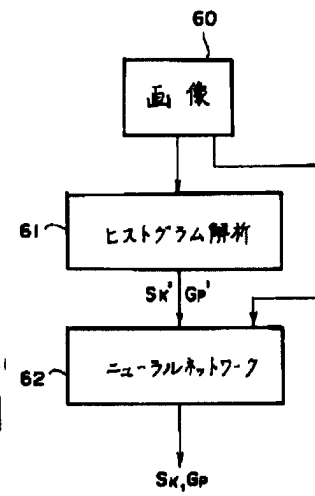
【図3】



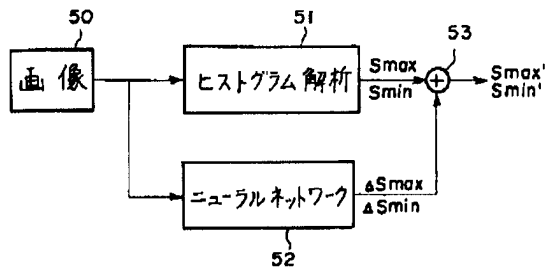
【図4】



【図6】



【図5】



【図7】

